электронный научно-технический журнал
ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51036. ISSN 2307-0595

Методика геометро-графической подготовки специалистов на факультете «Информатика и системы управления» МГТУ им. Н.Э. Баумана

07, июль 2015

Дудоладов В. А.[1], Суфляева Н. Е.[1,*]

УДК: 378

[1]Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
*sufnat@yandex.ru

Задача повышения эффективности и качества высшего инженерного образования в настоящее время актуальна как никогда. В условиях усиления международной напряженности, санкционной политики технически развитых стран в отношении России на первый план вышла проблема создания собственного передового производства, что невозможно без модернизации в большинстве своем устаревшей и не отвечающей современным требованиям системы подготовки технических кадров высшей квалификации.

В соответствии с новыми потребностями производства меняются и образовательные стандарты подготовки инженеров-специалистов, в соответствии с которыми выпускники технических вузов, помимо традиционных знаний, умений и навыков, должны обладать профессиональными компетенциями свободного владения системами автоматизированного проектирования (САПР), включающими следующие модульные системы [1]:

CAD (Computer Aided Design)- модуль компьютерного геометрического моделирования (проектирования);

CAM (Computer Aided Manufacturing)-модуль технологической подготовки производства;

CAE (Computer Aided Engineering)-модуль компьютерного инженерного анализа;

PDM (Product Data Management)-модуль, позволяющий управлять данными о продукции на протяжении всего жизненного цикла изделия при проектировании и подготовке производства;

TDM (Technical Data Management)- модуль управления базами данных, включая документооборот конструкторской и технологической документации.

Данные модули охватывают весь спектр производственных задач. Каждый из модулей осваивается студентами на соответствующих этапах образовательного процесса в вузе.

Модуль CAD-систем должен быть составной частью при изучении базовых инженерных дисциплин, являющихся основой графической подготовки технических кадров в вузе: начертательной геометрии и инженерной графики. Владение CAD-системами – это неотъемлемая составляющая профессиональной компетенции современных конструкторов и проектировщиков. Если студенты не обучены автоматизированному черчению и моделированию в курсе графических дисциплин на первых курсах, а начинают ознакомление с CAD-системами лишь на старших курсах в рамках курсового и дипломного проектирования – это отнимает их временные и другие затратные ресурсы от непосредственного проектирования и затрудняет освоение расчетных и технологических модулей САПР, подлежащих освоению на данном этапе подготовки специалистов. Таким образом, CAD-системы должны изучаться студентами в рамках графических дисциплин на начальном этапе обучения в вузе, как инструмент визуализации инженерного мышления, как обязательная составляющая формирования профессионально-ориентированных компетенций [2, 3].

В результате изучения начертательной геометрии и инженерной графики студент должен овладеть не только традиционными «ручными», но и современными программными средствами геометрического моделирования и подготовки конструкторской документации [2, 3].

В прошлые века дисциплина «Начертательная геометрия» была единственным инструментом, развивающим необходимое при инженерном творчестве пространственное воображение. В помощь учащимся для облегчения понимания формы трехмерных фигур и их взаимного расположения в пространстве использовались наглядные пособия в виде макетов, механических моделей, плакатов с аксонометрическими проекциями и другие имеющиеся в прежние времена средства визуализации.

Революция в информационных технологиях, произошедшая в последние 40 лет, дала в руки проектировщиков новый мощный инструментарий в виде компьютерных графических систем (CAD-систем), что повлекло за собой модернизацию в преподавании классических курсов начертательной геометрии и инженерной графики. Современная парадигма геометро-графической подготовки в вузах заключается «в том, чтобы интегрировать компьютерную графику непосредственно в процесс преподавания начертательной геометрии, инженерной графики, деталей машин и т.д., используя инновационные технологии обучения» [3]. Современные CAD-системы, дающие возможность в интерактивном режиме выполнять любые трехмерные построения, получая реалистичное отображение

событий в пространстве, стали мощным подспорьем в обучении графическим дисциплинам.

Такая модернизация уже произошла в подавляющем большинстве среднего образовательного звена: в техникумах и технических колледжах, которых близость к производству вынудила соответствовать современным технологиям проектирования. В то же время в высшем образовательном звене наблюдается существенное отставание от запросов производства. Тем не менее, ряд передовых вузов осуществили перевод преподавания инженерных графических дисциплин на базу CAD-систем. Это, прежде всего, авиационные вузы Поволжского региона, университеты Урала и Сибири. В Москве – это МИРЭА, МИИГАИК, МИФИ. Наиболее прогрессивная методика геометро-графической подготовки инженерных кадров заключается в преподавании, вместо двух классических графических дисциплин, одной дисциплины «Геометрическое моделирование», основанной на активом применении 2D- и 3D- моделирования, но при этом сохранившей те разделы начертательной геометрии и инженерной графики, которые необходимы в современном проектировании, и лишенной морально устаревших «ручных» графических приемов решения позиционных и метрических задач [4].

Положительный опыт комплексного внедрения CAD-систем в преподавание графических дисциплин имеется и на кафедре РК1 «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. В 2013/14 учебном году для двух специальностей факультета ИУ («Информатика и системы управления») была опробована экспериментальная методика, предполагающая перевод двух семестровой программы преподавания начертательной геометрии и инженерной графики, на комплексное применение программных продуктов фирмы Autodesk: AutoCAD и Inventor. Аргументами в пользу выбора данных CAD-систем явились, во-первых, полная совместимость генерируемых ими чертежей, что облегчает редактирование и взаимодействие проектировщиков, и, во-вторых, их доступность для студентов.

В помощь самостоятельному освоению системы AutoCAD выдавалась электронная версия пособия «AutoCAD в инженерной графике. Краткий курс 2D-черчения» [5], в помощь освоению системы Inventor - электронная версия пособия «Autodesk Inventor . Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей» [6], которые, по сути, являются пошаговыми самоучителями. При этом делался упор на самостоятельное освоение данных программных продуктов. На аудиторных занятиях сообщались лишь начальные сведения и осваивались основные приемы работы в средах, сначала системы AutoCAD, а затем – Inventor. Самообразование в области компьютерной графики успешно осуществляется благодаря информационному интеллекту современных студентов и укладывается в концепцию новых образовательных стандартов, «предусматривающих сокращение аудиторных занятий в пользу увеличения объема самостоятельной работы, которая признается «наиболее эффективным видом деятельности по получению знаний учащимися» [7].

Особенностями экспериментальной методики являются:

1) встраивание CAD-систем в процесс преподавания предмета, в отличие от обособленного ознакомления студентов с командами графических систем в форме лабораторных работ;
2) дублирование «ручного» и «компьютерного» способов выполнения большинства графических заданий.

Преподавание дисциплин начертательная геометрия и инженерная графика по экспериментальной методике предусматривает:

- изложение лекционного материала по начертательной геометрии с применением мультимедийного экрана, для чего создан электронный вариант принятых на кафедре лекций по НГ, на основе системы AutoCAD, позволяющей осуществлять наглядные геометрические построения и применять 2D- и 3D-иллюстрации;
- проведение семинарских занятий в аудиториях, оборудованных персональными компьютерами и их фактическое совмещение с лабораторными работами, для чего разработана электронная версия принятой на кафедре тетради для практических занятий по начертательной геометрии;
- ознакомление студентов первого курса с двумя популярными системами компьютерной графики: AutoCAD и Inventor, необходимыми им в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности.

Начертательная геометрия, как дисциплина, призванная развить пространственное конструкторское воображение, логично реализуется средствами системы AutoCAD, которая оперирует геометрическими понятиями и образами, известными студентам из школьного курса планиметрии и стереометрии. В этой системе наглядно демонстрируется организация 3D-пространства и его отображение на плоскости чертежа, т.е. в 2D-пространстве. Изложение лекционного материала осуществляется по слоям с последовательным включением графических построений и сопровождается текстовыми пояснениями.

Семинарские занятия по начертательной геометрии проводились по тому же «послойному» принципу демонстрации решений практических задач.

Домашние индивидуальные графические задания выполнялись двумя способами: традиционным «ручным» и с применением CAD-систем.

Следует подчеркнуть, что в эксперименте в первом семестре использовалась классическая методика преподавания как начертательной геометрии, так и инженерной графики, прошедшая многолетнюю апробацию и принятую на всех факультетах. Отличие заключалось в применении CAD-систем при проведении лекционных и семинарских занятий и в дублировании «ручного» способа выполнения домашних заданий – автоматизированным. Лишь одно задание по начертательной геометрии на построение линий пересечения поверхностей выполнялось только в компьютерном варианте средствами системы Inventor (рис. 1).

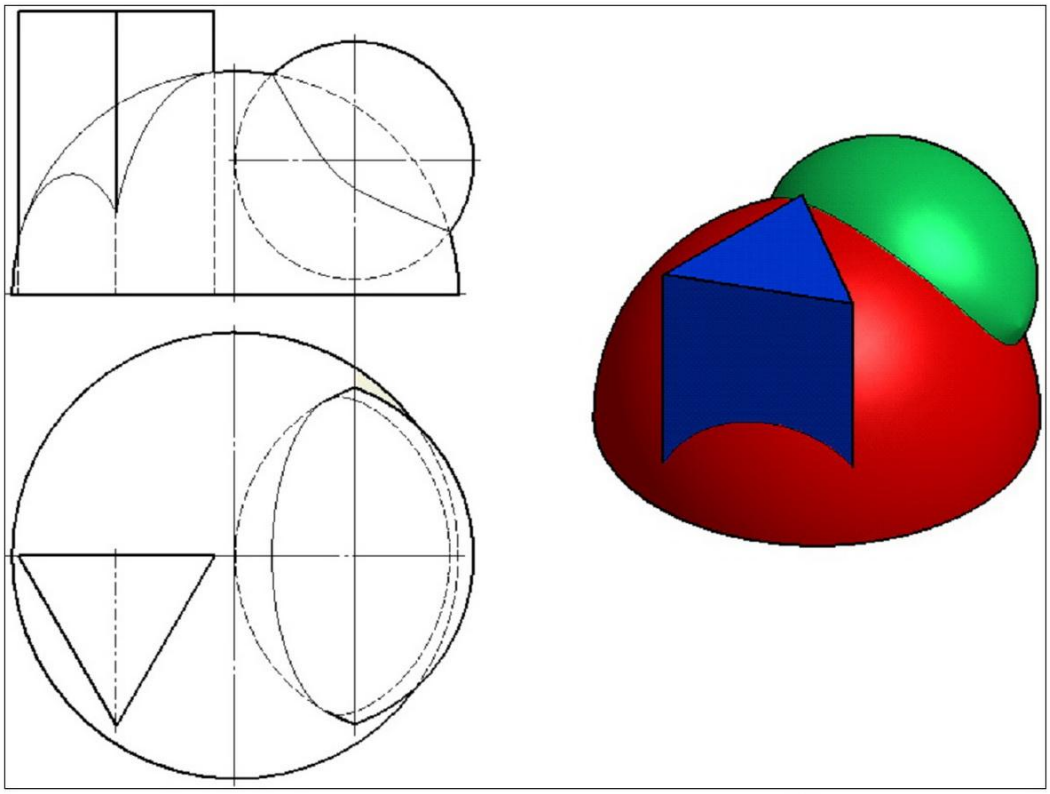

Рис. 1. Пример выполнения домашнего задания по начертательной геометрии на построение линий пересечения поверхностей

Применяемые в «ручном» варианте выполнения данного задания способы вспомогательных плоскостей, концентрических и эксцентрических сфер отсутствуют в практике проектирования уже более 25 лет и являются морально устаревшими. Их давно уже следовало бы изъять из программы начертательной геометрии, однако они продолжают входить в курс этой дисциплины и отнимать у студентов и преподавателей драгоценные время и силы в ущерб необходимым знаниям по автоматизации проектирования.

Инженерная графика, как известно, является базовой технической дисциплиной для изучения других общетехнических дисциплин. Она обучает студентов правилам составления и чтения чертежа, который является интернациональным языком техники. В результате изучения инженерной графики студенты должны приобрести умения и навыки составления и чтения конструкторской документации на основе изучения положений Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). CAD-системы предоставляют мощный инструментарий, облегчающий достижение этих целей.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана параллельно с начертательной геометрией в первом семестре студенты осваивают раздел «Проекционное черчение» дисциплины «Инженерная графика». В рамках проводимого эксперимента были подготовлены пояснительные лекции и примеры типовых заданий по всем темам курса инженерной графики средствами программных продуктов AutoCAD, Inventor и Power Point.

Все задания по темам «Сопряжения» и «Построение изображений» выполнялись как вручную, так и на компьютере и предусматривали их предварительную «ручную» проработку на черновиках с последующим вычерчиванием плоского контура по теме «Сопряжения» в среде AutoCAD, а в теме «Построение изображений» - моделированием и получением проекционных изображений средствами системы Inventor. Пример одного из вариантов задач на построение изображений представлен на рисунке 2.

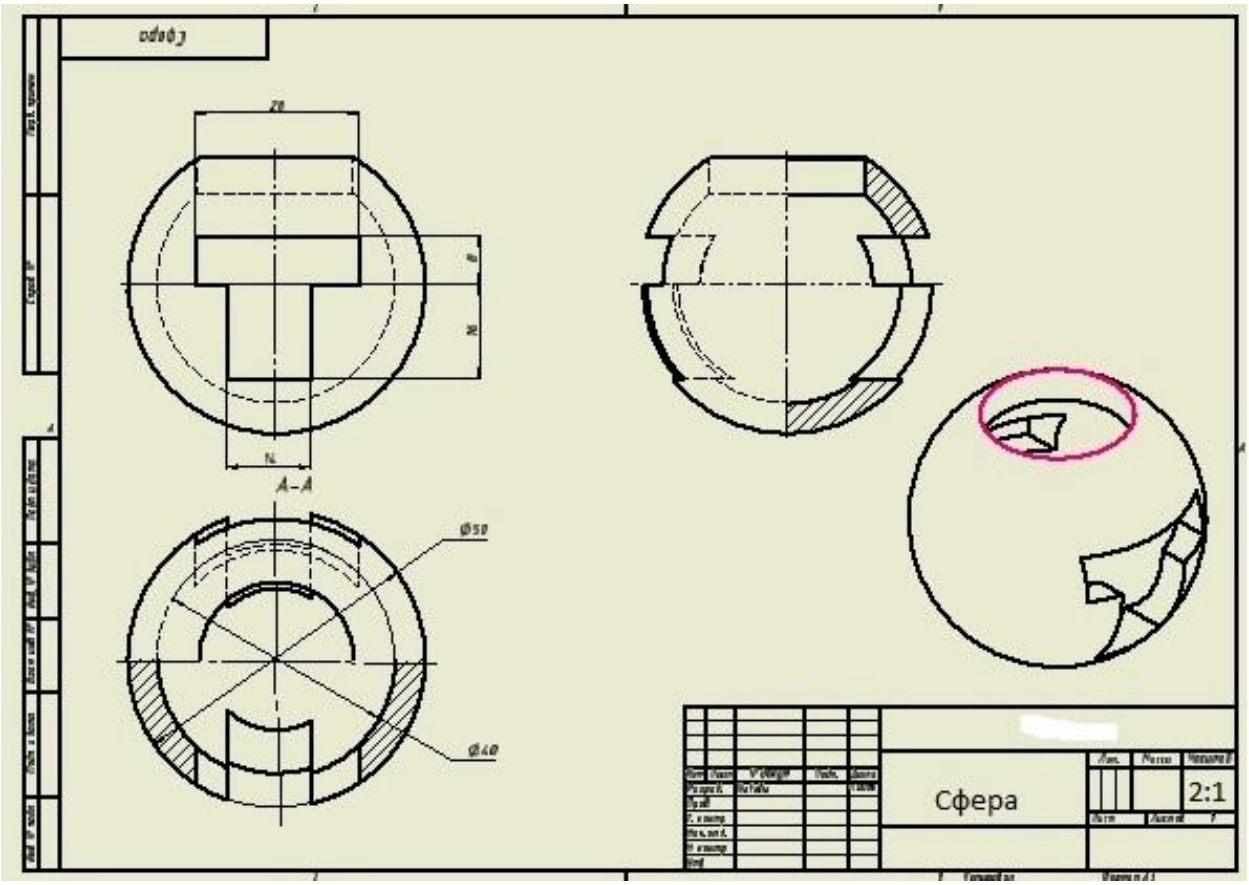

Рис. 2. Пример выполнения задания по инженерной графике по теме «Построение изображений»

Замечено, что параллельное автоматизированное выполнение того же самого задания средствами CAD-системы «примиряет» студентов с трудностями «ручного» черчения, показывая преимущества автоматизации графических работ.

Во втором семестре по дисциплине «Инженерная графика» изучается раздел «Машиностроительное черчение». Первая тема этого раздела посвящена резьбе: изображению, обозначению и соединениям. Домашнее графическое задание (чертеж «Резьбовые соединения»), выполнялся средствами системы AutoCAD. Ему предшествует предварительная черновая проработка задания, выполняемая вручную. Этой теме придается особое значение, так как 80% машиностроительных деталей имеют резьбы.

Следующим по учебному плану дисциплины «Инженерная графика» идет раздел «Эскизирование», которое естественным образом предусматривает «ручное» выполнение

эскиза детали «с натуры». Объектами эскизирования являются резьбовые детали типа «штуцер». В эксперименте студенты по эскизу детали выполняли ее объемную модель и чертеж средствами системы Inventor.

Курс инженерной графики заканчивается итоговым заданием, выполняемым средствами Inventor , которое предусматривает:

- составление спецификации сборочной единицы;
- создание моделей деталей сборочной единицы по чертежам оригинальных деталей;
- выполнение объемной модели сборочной единицы по описанию устройства;
- выполнение сборочного чертежа.

Пример сборочного чертежа представлен на рисунке 3.

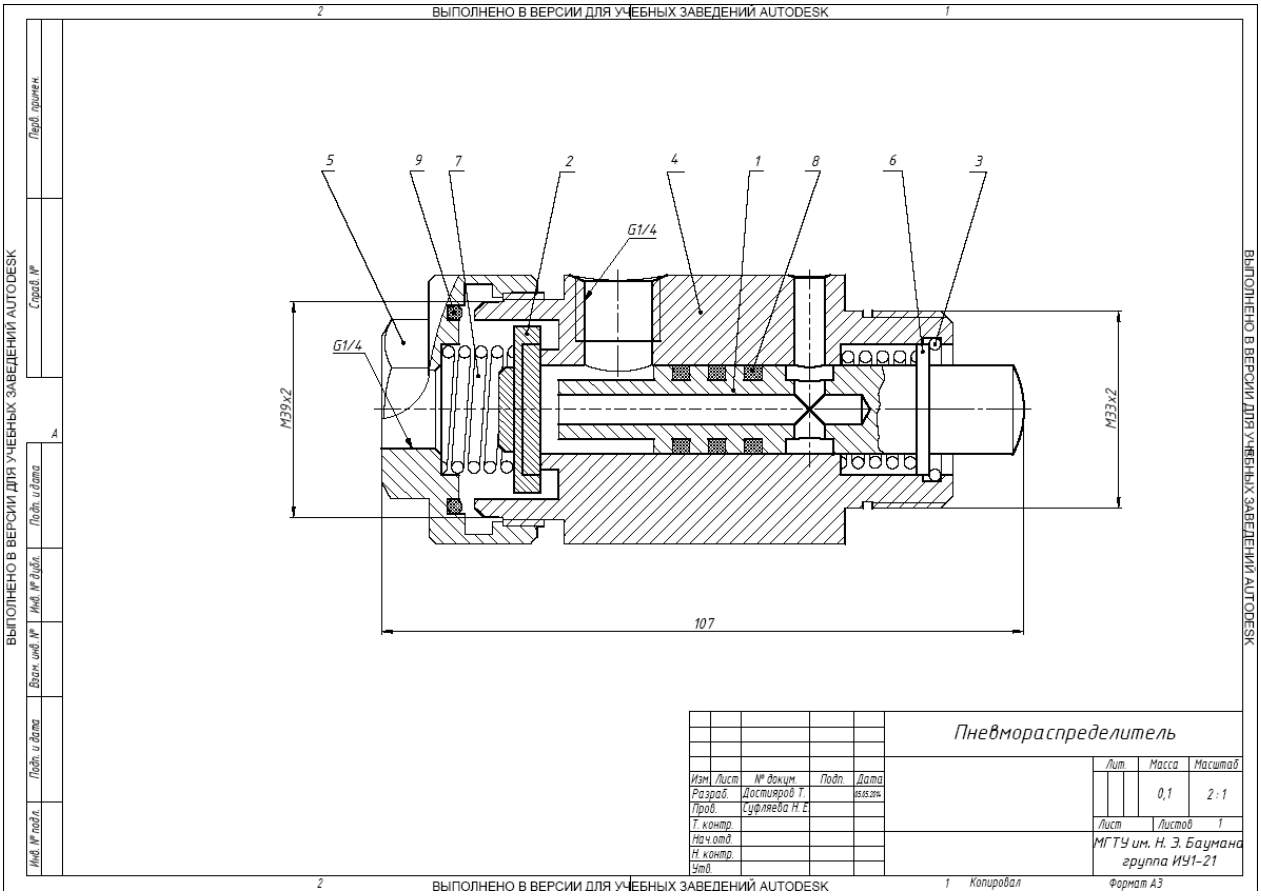

Рис. 3. Пример чертежа сборочной единицы.

Весь учебный материал был разбит на модули, каждый из которых завершался рубежным контролем.

Встраивание CAD-систем непосредственно в преподавание графических предметов особенно актуально для специальностей, у которых учебными планами не предусмотрены лабораторные работы по компьютерной графике, например, таких как ИУ1. Студенты, не ознакомленные с компьютерной графикой на первых курсах, испытывают в последующей

учебе большие сложности при выполнении графической части курсовых и дипломных проектов.

Проведенный эксперимент по переводу преподавания начертательной геометрии и инженерной графики «на платформу» CAD-систем показал возможность дублирования «ручного» и «компьютерного» способов выполнения графических заданий или частичной замене первого вторым, а также эффективность подачи учебной информации с применением современных технических средств.

Оценка результатов эксперимента по внедрению программных продуктов фирмы Autodesk в процесс преподавания графических дисциплин была проведена по количественному и качественному критериям.

Отмечено активное участие студентов экспериментальных групп в работе по линии СНТО: было представлено пять докладов на научно- практической конференции «Студенческая весна - 2014», по результатам которой опубликованы статьи в молодежном сборнике студенческих научных работ. Три работы опубликованы в

Результаты эксперимента по внедрению CAD-систем в преподавание начертательной геометрии и инженерной графики, проведенного на двух специальностях факультета «Информатика и системы управления», а именно ИУ1 «Системы управления летательными аппаратами» (2 группы) и ИУ4 «Проектирование электронных устройств» (3 группы), одобрены руководством факультета «Информатика и системы управления». Дана рекомендация распространить экспериментальную методику на другие специальности факультета. Все без исключения студенты экспериментальных групп активно поддержали методику, применяющую CAD-системы в учебном процессе, считая ее прогрессивной и интересной.

В текущем 2014/15 учебном году на специальностях ИУ1 и ИУ4 произошел возврат к прежней методике, существенно отличающейся не только от экспериментальной, но и от общепринятой на кафедре инженерной графики классической методики, применяемой на всех факультетах МГТУ им. Н.Э. Баумана. Следует отметить, что до разделения на два факультета ИУ («Информатика и системы управления») и РЛ («Радиоэлектроника и лазерная техника»), в 1989 году – они составляли один факультет П («Приборостроение»). В настоящее время при одинаковом количестве часов, выделяемых на дисциплины «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» студенты приборостроительных кафедр ИУ1 и ИУ2, готовящих инженеров-специалистов, обучаются по программам, кардинально отличающимся от программ для родственных специальностей факультета РЛ, где принята классическая программа первого семестра по начертательной геометрии и проекционному черчению, разработанная ведущими методистами кафедры и прошедшая многолетнюю апробацию.

Вот главные недостатки методики, применяемой на кафедре РК1 для графической подготовки инженеров-специалистов факультета ИУ.

При одинаковом объеме лекционных часов по начертательной геометрии для специальностей всех факультетов (17часов) объединенному потоку студентов кафедр ИУ1 и

ИУ2 читается сокращенный курс. Между тем начертательная геометрия - это важнейший предмет, являющийся «грамматикой черчения», языка технически грамотных людей, призванный развить необходимое для инженерного творчества пространственное воображение. Из лекций убраны такие важнейшие теоретические разделы, как организация пространства, деление его на квадранты и октанты, что является основой математического описания объектов, которое в свою очередь является основой геометрического моделирования, без которого невозможна современная технология проектирования [8]. В лекциях сокращен до минимума раздел формообразования поверхностей, являющийся базой для понимания конструкции деталей и основой геометрического моделирования. Исчез целый класс задач на пересечение поверхностей с пересекающимися и скрещивающимися осями, а также с циклическими и другими видами поверхностей, часто встречающимися в конструкции машиностроительных деталей. Отсутствует также раздел кривизны линий и поверхностей. Таким образом, из лекций убран суть лекционный материал. Вместо недостающего теоретического материала на лекциях по начертательной геометрии решаются практические семинарские задачи устаревшими «ручными» способами, уже более 25 лет не применяющимися в практике проектирования. Известно, что лекции должны давать теоретические знания, а практические занятия – навыки и умения. Лекционный материал для специальностей факультета ИУ не соответствует уровню университета ни по объему информации, ни по содержанию. Они уступают не только программе бакалавриата, но даже программе технических колледжей, где не изучается дисциплина «Начертательная геометрия», а лишь ее элементы в курсе инженерной графики. Таким образом, студенты факультета ИУ не получают полноценного объема теоретических знаний по предмету, не повышают свою эрудицию в области инженерной геометрии и в результате – не имеют должных компетенций, соответствующих их будущим специальностям.

Такому же «секвестру» подвергся и материал практических занятий по начертательной геометрии и инженерной графике, в котором, кроме прочих недостатков, нарушена сама логика познания: практика намного опережает теорию, что создает студентам дополнительные трудности при получении знаний и выполнении графических заданий.

Уже несколько лет на кафедре РК1 производится ежегодная «корректировка» программ начертательной геометрии и инженерной графики для специальностей факультета ИУ: меняется содержание лекций, издаются разные семинарские тетради, происходит замена одних неудачных графических заданий на другие, еще более неудачные. Все это происходит при наличии на кафедре десятилетиями «отшлифованной» классической методики преподавания графических дисциплин в первом семестре. Эту методику нельзя нарушать, но необходимо модернизировать в соответствии с современными запросами производства. Такая модернизация должна идти в направлении не изменения содержания, а применения в учебном процессе информационного инструментария, поднимающего преподавание графических дисциплин на современный уровень.

К сожалению, на специальности ИУ1 предусмотрена лишь двух семестровая программа геометро-графической подготовки специалистов. В условиях такого острого де-

фицита времени в рамках описанного выше эксперимента студентов специальности ИУ1 все-таки удалось ознакомить с наиболее популярными графическими системами AutoCAD и Inventor и завершить программу чертежом по специальности, который на других факультетах завершает третий или четвертый семестр обучения студентов графическим дисциплинам.

В применяемой в настоящее время на кафедре РК1 программе для специальности ИУ1 не предусмотрено обучение студентов работе в среде CAD-систем. В результате, студенты, не ознакомленные с компьютерной графикой в курсе инженерной графики, испытывают в последующей учебе значительные сложности при выполнении графической части курсовых и дипломных проектов.

Следует отметить, что в рамках двух семестровой программы, даже используя все имеющиеся резервы, невозможно осуществить полноценную геометро-графическую подготовку инженеров-специалистов. Классические программы первого семестра по начертательной геометрии и инженерной графике не подлежат пересмотру – они закладывают основы инженерно-графической подготовки специалистов. А в рамки второго семестра невозможно полноценно уместить все разделы машиностроительного черчения: изучение резьб и видов соединений, эскизирование с натуры, и деталирование, выполнение чертежей общего вида и сборочных чертежей. Чем-то приходится жертвовать. Если выпускающая кафедра заинтересована в полноценной геометро-графической подготовке своих студентов и в оснащении их интеллекта знанием CAD-систем – должно выделятся достаточное количество учебных часов и предусматриваться минимум три семестра на освоение дисциплин кафедры «Инженерная графика».

Для студентов специальности ИУ2 в настоящее время практикуется трех семестровая программа обучения графическим дисциплинам, позволяющая осуществить полноценную графическую подготовку инженеров-специалистов при условии возвращения к классической методике и комплексного применения CAD-систем в учебном процессе. Предусмотренные во втором семестре лабораторные работы по компьютерной графике в объеме 17 часов дают лишь начальные сведения о работе в графической системе и не связаны по содержанию с текущими семестровыми заданиями, что снижает эффективность такой методики обучения САПР.

Заключение

- На кафедре РК1 («Инженерная графика») для подготовки специалистов-приборостроителей факультета ИУ следует применять классическую методику преподавания начертательной геометрии и инженерной графики, применяемую для других приборостроительных и машиностроительных специальностей МГТУ им. Н.Э. Баумана, вместо практикуеилй в настоящее время сокращенной и постоянно корректируемой программы.
- Классическая методика преподавания графических дисциплин должна быть дополнена обучением студентов работе в среде CAD-систем, владение которыми яв-

ляется необходимой инженерной компетенцией, предусмотренной новыми стандартами образования, и служащими основой для расчетных и технологических модулей в последующей подготовке специалистов.

- Практика показывает, что наиболее эффективной методикой геометро-графической подготовки инженерных кадров в настоящее время является сохранение классического содержания дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» и дополнение их автоматизацией графических работ с применением 2D- 3D-моделирования средствами CAD-систем при исключении ряда морально и практически устаревших «ручных» способов и приемов.
- Применение CAD-систем в учебном процессе должно производиться комплексно, начиная с первых шагов обучения студентов графическим дисциплинам. Автоматизация должна «встраиваться» непосредственно в учебный процесс и сопровождать все виды занятий, дублируя предлагаемые к выполнению «ручные» графические задания. В таком случае освоение CAD-систем становится для обучающихся актуальным и вызывает их мотивированный интерес.
- Двух семестровая программа обучения графическим дисциплинам не обеспечивает полноценную подготовку инженеров-специалистов. Необходим третий семестр или увеличение количества часов во втором семестре, отводимых на изучение инженерной графики.

Список литературы

1. Ли К. Основы САПР (CAD / CAM / CAE). СПб.: Питер. 2004. 560 с.
2. Александрова Е.П., Крайнова М.Н., Столбова И.Д., Корнилкова Е.В. Вопросы содержания и реализации графической подготовки в вузе при переходе на образовательные стандарты нового поколения // Международная научно-практической интернет-конференция «Проблемы качества графической подготовки в условиях ФГОС ВПО» (февраль-март 2011 года): труды. Пермь: Изд-во ПермГТУ. 2011. С. 12-15.
3. Столбова И.Д. Актуальные проблемы графической подготовки студентов в технических вузах // Геометрия и графика: Научно-методический журнал. М.: ИНФРА-М. Март, 2014. Т 2. Вып. 1. С. 30-41. DOI: 10.12737/3846
4. Хейфец А.Л. Реорганизация курса начертательной геометрии как актуальная задача развития кафедр графики // Геометрия и графика. Научно-методический журнал. М.: ИНФРА-М. Июль, 2013. Т. 1 Вып. 2 . С. 21-23. DOI: 10.12737/781
5. Суфляева Н.Е. AUTOCAD 2012 в инженерной графике. Русская версия. Краткий курс 2D черчения [Электрон. ресурс] : учеб. пособие по курсу "Инженерная графика" / Суфляева Н.Е. ; ред. Хрящев В.Г. ; МГТУ им. Н.Э. Баумана. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. 55 с.
6. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей: Учеб. пособие. М.: Изд-во ДМК Пресс. 2013. 120 с.

7. Лепаров М.Н., Попов М.Х. Состояние и тенденции геометро-графической подготовки как компоненты инженерного образования в Болгарии // Геометрия и графика: Научно-методический журнал. М.: ИНФРА-М. Июнь, 2014. Т. 2. Вып. 1. С. 22-29. DOI: 10.12737/3845
8. Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем DOC: Учеб. пособие. 2-е изд., стер. М: Флинта. 2011. 271 с.